

KKY/HKUI

Valentino Braitenberg a jeho vozítka: od
kybernetiky k umělé psychologii

Autor:

Kevin Varchola

28. ledna 2026

Obsah

1	Život a akademická kariéra Valentina Braitenberga	2
2	Výzkumné zaměření a vědecký přínos	2
3	Braitenbergova vozítka a syntetická psychologie	3
4	Význam Braitenbergových vozítek pro umělou inteligenci	3
5	Závěr	4

1 Život a akademická kariéra Valentina Braitenberga

Valentino Braitenberg, který se narodil v Itálii roku 1926, byl italský neurolog a kybernetik. Svoji vědeckou kariéru započal studiem medicíny v Rakousku v Innsbrucku. Působil také jako odborný konzultant v oblasti neurologie a psychiatrie v Římě.

V letech 1952–1957 absolvoval několik výzkumných pobytů, mimo jiné u Oskara Vogta v Německu, Karla Kleista ve Frankfurtu nad Mohanem a na Yale Medical School ve státě Connecticut. Během těchto pobytů se seznámil s hlavními představiteli kybernetiky, což významně ovlivnilo jeho další vědecké směřování.

V roce 1958 se stal spoluzakladatelem katedry kybernetiky na univerzitě v Neapoli, kde se rovněž podílel na výuce tohoto oboru. O pět let později se dostal do vedení Oddělení biokybernetiky při Consiglio Nazionale delle Ricerche v Neapoli.

V následujících letech se Braitenberg, mimo jiné ve spolupráci s Karlem Götzem, podílel na výzkumu sahajícím od studia chování až po genetiku. Působil jako profesor na různých univerzitách a založil Laboratoř kognitivních věd se sídlem v Roveretu.

Braitenbergova akademická dráha byla charakteristická mezioborovým přístupem, který kombinoval poznatky z medicíny, neurověd a kybernetiky. Tento široký odborný základ mu umožnil nahlížet na problémy mozkových funkcí nejen z anatomického, ale i z funkčního a systémového hlediska.

Dlouhodobé působení v mezinárodním vědeckém prostředí a spolupráce s odborníky z různých oblastí významně ovlivnily jeho pohled na chování biologických i umělých systémů. Braitenbergova kariéra tak představuje příklad propojení klasické neurologie s nově vznikajícími kybernetickými a kognitivními přístupy.

2 Výzkumné zaměření a vědecký přínos

Hlavním zaměřením výzkumu Valentina Braitenberga byla funkční interpretace mozkových struktur. Ve své práci se snažil o propojení anatomických struktur mozku s jejich funkčním významem.

Již v 50. letech rozpoznal potenciál prvních elektronických počítačů jako modelů mozkových funkcí. Zaměřoval se na identifikaci síťových struktur specifických pro jednotlivé části mozku, což umožnilo převádět neuronální struktury do konkrétních pracovních mechanismů jednotlivých mozkových oblastí.

Zabýval se například výzkumem mozečku a funkční interpretací jeho struktur, přičemž se snažil vysvětlit jeho roli v řízení pohybu. Dále dokázal identifikovat základní vlastnosti struktury mozkové kůry, čímž přispěl k pochopení neuronálních mechanismů kognitivních funkcí.

Braitenberg se rovněž podílel na výzkumu funkce zrakového systému, neurologické teorii jazyka a vztahu mezi logikou a mozkovými procesy. Významnou část jeho práce tvořil také výzkum chování a umělé inteligence (Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, n.d.).

Ve své práci Braitenberg kladl důraz na pochopení vztahu mezi strukturou nervového systému a jeho funkčními projevy. Namísto izolovaného studia jednotlivých neuronů se zaměřoval na síťové uspořádání mozku a jeho vliv na vznik komplexního chování.

Tento přístup mu umožnil formulovat obecnější závěry o fungování mozku, které bylo možné aplikovat i na umělé systémy. Právě snaha o přenos biologických principů do technických modelů představuje jeden z klíčových aspektů jeho vědeckého přínosu.

3 Braitenbergova vozítka a syntetická psychologie

Jedním z nejznámějších přínosů Valentina Braitenberga je koncept tzv. vozítek, který představil ve své knize *Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology*. V této práci Braitenberg popisuje jednoduché hypotetické stroje vybavené senzory a motory, jejichž chování je určeno základními sensoricko-motorickými vazbami.

Vozítka jsou koncipována jako minimální systémy, které reagují na podněty z okolního prostředí, typicky na intenzitu světla. Každé vozítko má jeden nebo více senzorů a jeden nebo více motorů, přičemž způsob jejich propojení zásadně ovlivňuje výsledné chování systému. Braitenberg ukazuje, že i velmi jednoduchá zapojení mohou vést k chování, které je pozorovatelem interpretováno jako cílené nebo smysluplné.

Základním principem vozítek je existence vazby mezi sensorickým vstupem a motorickým výstupem. Pozitivní nebo negativní zpětná vazba mezi těmito prvky může vést k odlišným reakcím na stejný podnět. Některá vozítka se například pohybují směrem ke zdroji stimulu, zatímco jiná se od něj vzdalují. Tyto rozdíly v chování nejsou výsledkem složitého řízení, ale pouze důsledkem odlišné struktury propojení.

Braitenberg ve své knize postupně představuje stále komplexnější vozítka, která se liší počtem senzorů, typem vazeb a dynamikou reakce. S narůstající složitostí struktury se objevují vzorce chování, které mohou být interpretovány jako projevy emocí, například strach, agresivita nebo zvědavost. Autor však zdůrazňuje, že tyto interpretace vznikají na straně pozorovatele, nikoli jako vnitřní vlastnosti samotného systému.

Braitenberg přitom zdůrazňuje, že samotná vozítka nevykazují žádné vnitřní mentální stavy. Všechny psychologické pojmy, které jsou jejich chování přisuzovány, vznikají jako důsledek lidské interpretace pozorovaného chování. Tím autor upozorňuje na rozdíl mezi skutečnými vlastnostmi systému a významem, který mu přisuzuje pozorovatel.

Tento aspekt vozítek slouží také jako kritika antropomorfního přístupu ke studiu inteligence. Braitenberg ukazuje, že lidé mají tendenci přisuzovat záměry a emoce i velmi jednoduchým systémům, pokud jejich chování vykazuje určitou míru pravidelnosti nebo zdánlivé účelnosti.

Tento přístup označuje Braitenberg jako *syntetickou psychologii*. Namísto analýzy existujících biologických organismů navrhuje vytvářet umělé systémy s jednoduchou strukturou a sledovat, jaké formy chování z nich vyplývají. Vozítka tak slouží jako nástroj pro zkoumání vztahu mezi strukturou systému a chováním, které je mu přisuzováno.

Braitenbergova vozítka demonstrují, že komplexní chování nemusí být nutně výsledkem složité vnitřní reprezentace nebo řízení. Naopak ukazují, že zdánlivě inteligentní chování může vznikat jako přímý důsledek interakce jednoduchého systému s prostředím.

4 Význam Braitenbergových vozítek pro umělou inteligenci

Koncept Braitenbergových vozítek má významné místo v historii vývoje umělé inteligence, zejména v oblastech, které se zaměřují na chování autonomních systémů a jejich interakci s prostředím. Ačkoli byla vozítka původně představena jako myšlenkové experimenty, jejich principy se staly důležitým východiskem pro pozdější výzkum inteligentního chování.

Braitenberg ve své práci ukazuje, že inteligentně působící chování může vznikat bez použití složitých vnitřních reprezentací nebo centrálního řízení. Tento přístup je v souladu s pojetím inteligence jako vlastnosti vznikající z dynamické interakce systému s okolním

prostředím. Vozítka tak zpochybňují tradiční představu umělé inteligence založené výhradně na symbolickém zpracování informací.

Na tyto myšlenky navazují Pfeifer a Scheier, kteří ve své práci *Understanding Intelligence* zdůrazňují význam tělesnosti a prostředí při vzniku inteligentního chování. Autoři upozorňují, že inteligence není pouze výsledkem výpočtů, ale vzniká v procesu neustálé interakce mezi agentem, jeho tělem a prostředím. Tento přístup je označován jako ztělesněná (embodied) inteligence.

Braitenbergova vozítka lze v tomto kontextu chápat jako jednoduché ztělesněné systémy, jejichž chování je přímo ovlivněno strukturou těla a typem vazeb mezi senzory a motory. Pfeifer a Scheier poukazují na to, že podobné systémy umožňují studovat vznik chování bez nutnosti předem definovat složité řídicí mechanismy. Vozítka tak představují jeden z prvních modelů, na nichž lze demonstrovat základní principy ztělesněné inteligence.

Význam Braitenbergových vozítek pro umělou inteligenci spočívá také v jejich metodologickém přístupu. Namísto snahy o detailní simulaci lidského myšlení se zaměřují na konstrukci jednoduchých systémů a pozorování jejich chování. Tento konstruktivní přístup umožňuje lépe porozumět vztahu mezi strukturou systému a jeho funkčními projevy.

Braitenbergova práce tak přispěla k posunu v chápání umělé inteligence od abstraktních symbolických modelů směrem k systémům, které jsou pevně ukotveny v prostředí a jejichž chování vzniká jako přímý důsledek jejich interakce se světem. Tyto myšlenky zůstávají relevantní i v současném výzkumu autonomních agentů a kognitivních systémů.

Přínos Braitenbergových vozítek spočívá rovněž v jejich didaktické hodnotě. Jednoduchost těchto modelů umožňuje názorně demonstrovat základní principy chování autonomních systémů bez nutnosti složitého matematického aparátu. Díky tomu se vozítka stala často využívaným nástrojem při výuce kybernetiky, robotiky a kognitivních věd.

Současně představují inspiraci pro experimentální přístup ke studiu inteligence, který klade důraz na konstrukci a testování modelů namísto čistě teoretických úvah. Tento způsob práce je v souladu s pojetím inteligence jako procesu, který vzniká v interakci systému s jeho prostředím.

5 Závěr

Cílem této práce bylo představit osobnost Valentina Braitenberga a jeho přínos pro oblast kybernetiky a umělé inteligence. Práce se zaměřila jak na jeho akademickou dráhu a výzkumné zaměření, tak především na koncept Braitenbergových vozítek, který představuje jeden z nejznámějších a nejvlivnějších myšlenkových přínosů autora.

Braitenbergova vozítka ukazují, že komplexní a zdánlivě inteligentní chování může vznikat z velmi jednoduchých struktur založených na přímých vazbách mezi senzory a motory. Tento přístup zpochybňuje tradiční pojetí umělé inteligence založené na složitých vnitřních reprezentacích a zdůrazňuje význam interakce systému s prostředím.

Význam Braitenbergových myšlenek se projevuje i v pozdějších koncepcích inteligence, které kladou důraz na tělesnost a zasazení systému do prostředí. Jak ukazují Pfeifer a Scheier, inteligentní chování nelze chápat izolovaně od fyzické struktury agenta a jeho vztahu k okolnímu světu. Braitenbergova vozítka tak lze považovat za jeden z raných modelů, na nichž lze tyto principy demonstrovat.

Valentino Braitenberg svým dílem přispěl k hlubšímu pochopení vztahu mezi strukturou, chováním a inteligencí. Jeho práce má trvalý význam nejen pro historii kybernetiky, ale i pro současný výzkum autonomních a kognitivních systémů.

Braitenbergův přístup tak ukazuje, že studium inteligence může probíhat nejen prostřednictvím analýzy biologických systémů, ale i pomocí konstrukce jednoduchých umělých modelů. Tyto modely umožňují testovat hypotézy o vzniku chování a poskytují cenný nástroj pro porozumění základním principům inteligence.

Použité zdroje

1. Braitenberg, V. (1984). *Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology*. Cambridge, MA: MIT Press.
2. Pfeifer, R., Scheier, C. (1999). *Understanding Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.
3. Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik. *Valentino Braitenberg – Profile*. Dostupné z: <https://www.kyb.tuebingen.mpg.de/79622/valentino-braitenberg?page=2>